

02/06/04

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Wolfgang SCHMID, Uwe RÜHRINGER and
Serial no. : Gerold KLOOS
For : METHOD FOR DETERMINING A ROTATION
SPEED AND A ROTATION DIRECTION OF A
COMPONENT
Docket : ZAHFRI P589US

MAIL STOP PATENT APPLICATION
The Commissioner for Patents
U.S. Patent & Trademark Office
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY

Dear Sir:

A claim for priority is hereby made under the provisions of 35 U.S.C. § 119 for the above-identified United States Patent Application based upon Germany Patent Application No. 103 14 064.6 filed March 28, 2003. A certified copy of said Germany application is enclosed herewith.

In the event that there are any fee deficiencies or additional fees are payable, please charge the same or credit any overpayment to our Deposit Account (Account No. 04-0213).

Respectfully submitted,



Michael J. Bujold, Reg. No. 32,018

Customer No. 020210

Davis & Bujold, P.L.L.C.

Fourth Floor

500 North Commercial Street

Manchester NH 03101-1151

Telephone 603-624-9220

Facsimile 603-624-9229

E-mail: patent@davisandbujold.com



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 14 064.6

Anmeldetag: 28. März 2003

Anmelder/Inhaber: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, Friedrichshafen/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer Drehrichtung eines Bauteiles

IPC: G 01 P 3/481

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hiebinger

Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer
Drehrichtung eines Bauteiles

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer Drehrichtung eines Bauteiles gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

15 Aus der DE 195 15 338 A1 ist ein Drehzahlsensor mit einem Magnet und zwei mit diesem zusammenwirkenden, in seitlichem Abstand voneinander angeordneten Hall-Elementen bekannt, an welchem ein einen unregelmäßigen Umfang oder mit Unstetigkeitsstellen versehenen Umfang aufweisendes
20 Bauteil aus ferromagnetischem Material in Richtung des Seitenabstandes vorbei bewegbar ist. Mit Hilfe dieses Drehzahlsensors ist während einer Rotation des Bauteiles eine Drehzahl des Bauteiles oder bei einem Stillstand des Bauteiles eine spezielle Stellung des Bauteiles gegenüber dem
25 Drehzahlsensor ermittelbar. Diese Information ist in ein entsprechendes Signal umsetzbar, welches in einer entsprechenden elektronischen Einrichtung weiter verarbeitet werden kann.

30 Derartige auch in der Praxis eingesetzte Drehzahlsensoren messen magnetische Flußdichteänderungen, die durch ein rotierendes Bauteil oder ein sogenanntes Geberrad erzeugt werden. Ausgehend von diesen Flußdichteänderungen erzeugen die beiden Hall-Elemente jeweils ein kontinuierliches Sensorsignal, deren wellenförmiger Verlauf vom Abstand zwischen dem Drehzahlsensor bzw. einer Sensoreinrichtung, welche die Hall-Elemente aufweist, und dem Geberrad abhängt.

Überschreiten die Sensorsignale vorgegebene Schaltschwellen, werden in der Sensoreinrichtung jeweils alternierend Schaltsignale ausgegeben, die wiederum ein Impuls-
signal an eine Auswerteeinrichtung ausgeben, welches zur
5 Berechnung einer Drehzahl des Bauteiles bzw. des Geberrades elektronisch ausgewertet wird.

Anordnungen mit einer Sensoreinrichtung und einem Geberrad, welche aufgrund von fertigungsbedingten Abweichungen eines Rundlaufes des Geberrades von einem Idealzustand und aufgrund von unterschiedlichen Abständen während einer Rotation und während eines Stillstandes des Geberrades durch große dynamische und statische Luftspaltbereiche gekennzeichnet sind, erfordern Sensoreinrichtungen, welche
15 einen großen Meßbereich aufweisen und einen Betriebszustand des Geberrades mit einer hohen Sensitivität, d. h. auch bei kleinen Amplituden der Sensorsignale und mit gleichzeitig niedrigen Schaltschwellen der Sensoreinrichtung, ermitteln.

Die gewünschte hohe Sensitivität von Sensoreinrichtungen führt aber besonders bei Vibrationen des Geberrades, welche beispielsweise im Stillstand durch Drehschwingungen des Geberrades verursacht werden, nachteilhafterweise zu einer Berechnung einer Drehzahl des Geberrades, da von der
20 Sensoreinrichtung Impulssignale ausgegeben werden, obwohl sich ein Geberrad physikalisch nicht dreht. Zur Erhöhung einer Vibrationsunempfindlichkeit werden Sensoreinrichtungen mit einer geringeren Sensitivität, d. h. mit höheren Schaltschwellen, eingesetzt, die nachteilhafterweise jedoch
25 einen kleineren Arbeitsbereich aufweisen.

Die vorgenannten Anforderungen an möglichst große Arbeitsbereiche bzw. Meßbereiche der Sensoreinrichtungen bei

gleichzeitig hoher Sensitivität bei der Ermittlung eines Betriebszustandes eines Geberrades stellen somit gegensätzliche Vorgaben dar, da sich eine Vibrationsunempfindlichkeit einer Sensoreinrichtung bei einer Vergrößerung des Arbeitsbereiches verschlechtert oder bei Verbesserung der Vibrationsunempfindlichkeit gleichzeitig der Arbeitsbereich einer Sensoreinrichtung verringert wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer Drehrichtung eines Bauteils mit einer Sensoreinrichtung zur Verfügung zu stellen, mit der eine Drehzahl und eine Drehrichtung eines Bauteiles über große Arbeitsbereiche selbst bei hohen Vibrationen bestimmt werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer Drehrichtung eines Bauteiles, insbesondere einer Getriebeausgangswelle, ist eine Drehzahl- und Drehrichtungsbestimmung an einem Bauteil vorteilhafterweise mittels einer aus der Praxis an sich bekannten Sensoreinrichtung über einen großen Arbeitsbereich sowie mit einer hohen Vibrationsunempfindlichkeit durchführbar.

Dies wird dadurch erreicht, daß ein Impulssignal der Sensoreinrichtung bei einer sensierten Drehrichtungsumkehr des Bauteiles erst nach Erkennen einer dauerhaften Drehbewegung des Bauteiles in eine Richtung generiert wird, wobei eine dauerhafte Drehbewegung des Bauteiles erst dann erkannt wird, wenn jeweils abwechselnd ein Schaltsignal des

einen Sensorsignales und ein darauf folgendes Schaltsignal des anderen Sensorsignales vorliegt.

Das bedeutet, daß bei einem Stillstand des Bauteiles
5 Drehschwingungen desselben nicht zur Ausgabe eines Impuls-
signales und somit zu einer Berechnung einer Drehzahl des
Bauteiles führen. Dabei ist die Anzahl der alternierend
aufeinander folgenden Schaltsignale der beiden Sensorsigna-
le in Abhängigkeit des jeweils vorliegenden Anwendungsfal-
les derart vorgebbar, daß auch Drehschwingungen, welche
große Drehwinkel aufweisen, die wiederum mehrere alternie-
rend aufeinander folgende Schaltsignale der beiden Sensor-
signale generieren, nicht als Drehbewegung erkannt werden.
Somit wird auch dann keine Drehzahl des Bauteiles bestimmt.

15 Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der
Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und aus den
nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipmäßig beschriebenen
Ausführungsbeispielen.

20 Es zeigt:

Fig.1 eine stark schematisierte Darstellung einer
Anordnung einer Sensoreinrichtung und eines
25 damit korrespondierenden Geberrades;

Fig.2 zwei wenigstens annähernd sinusförmig ausge-
bildete Sensorsignale der Sensoreinrichtung
gemäß Fig. 1 mit einem damit korrespondieren-
dem rechteckförmigen Verlauf eines Sensoraus-
gangssignales, der sich aus von der Sensorein-
richtung generierten Impulssignalen ergibt und
30 der zur Berechnung und zur Ermittlung der

Drehrichtung einer Drehzahl des Geberrades herangezogen wird;

5 Fig.3 eine Darstellung einer Abhängigkeit zwischen der Amplitude der Sensorsignale der Sensoreinrichtung und des Abstandes zwischen dem sensierten Bereich des Geberrades und der Sensoreinrichtung;

10 Fig.4 einen zeitlichen Verlauf eines Sensorsignales der Sensoreinrichtung in Alleinstellung während verschiedener Betriebszustände des Geberrades;

15 Fig.5 die Sensorsignale gemäß Fig. 2 und einen von Fig. 2 abweichenden Verlauf des Sensorausgangssignales;

20 Fig.6 die Sensorsignale gemäß Fig. 2 und einen damit korrespondierenden Verlauf eines Sensorausgangssignales, wobei eine Pulshöhe in Abhängigkeit der Drehrichtung des Bauteils variiert;

25 Fig.7 die Sensorsignale gemäß Fig. 2 und einen weiteren Verlauf des Sensorausgangssignales;

30 Fig.8 die Sensorsignale gemäß Fig. 2 und einen damit korrespondierenden Verlauf eines Sensorausgangssignals; und

Fig.9 die Sensorsignale gemäß Fig. 2 und einem Verlauf eines Sensorausgangssignales, dessen

Pulsbreite und Periodendauer drehzahlabhängig ausgeführt sind.

5 Bezug nehmend auf Fig. 1 ist eine Sensoreinrichtung 1 zur Bestimmung einer Drehzahl und einer Drehrichtung eines drehbaren Bauteiles 2 dargestellt, welche in einem bestimmten Abstand LS zu dem Bauteil 2 anordnet ist. Der Abstand zwischen dem Bauteil 2 und der Sensoreinrichtung 1 wird vorliegend als Luftspalt LS bezeichnet, der sich im Betrieb aufgrund von Fertigungsungenauigkeiten, wie beispielsweise Rundlaufabweichungen, des Bauteiles 2 dynamisch ändert.

15 Das drehbare Bauteil stellt ein Geberrad 2 einer nicht näher dargestellten Getriebeausgangswelle eines Getriebes dar und ist an seinem Umfang mit einem Zahnprofil 3 ausgebildet, so daß die der Sensoreinrichtung zugewandte Umfangsfläche des Geberrades 2 wellenförmig ausgeführt ist.

20 Die Sensoreinrichtung 1 ist vorliegend als ein an sich bekannter kombinierter Drehzahl- und Drehrichtungssensor auf Hall-Basis ausgeführt, welcher in Drehrichtung des Geberrades 2 zwei hintereinander angeordnete Hall-Elemente aufweist. Bei einer Drehung des Geberrades werden von den Hall-Elementen bzw. Hall-IC zwei phasenversetzt zueinander verlaufende Sensorsignale erzeugt, welche jeweils eine
25 Flußdichteänderung ΔB aufgrund des sich während einer Bewegung des Geberrades wenigstens annähernd periodisch verändernden Abstandes zwischen der der Sensoreinrichtung 1 zugewandten Oberfläche des Geberrades 2 bzw. des Zahnprofils 3 und der Sensoreinrichtung 1 an den Hall-Elementen
30 einstellt.

Die von der Sensoreinrichtung erzeugten kontinuierlichen Sensorsignale I, II sind in Fig. 2 als wenigstens annähernd sinusförmig ausgebildete Kurven mit einem Phasenversatz von etwa $\pi/2$ graphisch dargestellt. Des weiteren sind in Fig. 2 eine obere Schaltschwelle bzw. Schaltgrenze s_o und eine untere Schaltschwelle bzw. Schaltgrenze s_u dargestellt.

Die obere Schaltgrenze s_o und die untere Schaltgrenze s_u stellen applizierbare Werte dar, welche während des Betriebes des Getriebes adaptierbar sind. Übersteigt eines der Sensorsignale die obere Schaltgrenze s_o oder unterschreitet eines der Sensorsignale I oder II die untere Schaltgrenze s_u , wird in der Sensoreinrichtung 1 ein Schaltsignal ausgelöst. Wenn von den beiden Sensorsignalen jeweils alternierend aufeinanderfolgende Schaltsignale ausgelöst werden, wird von der Sensoreinrichtung jeweils ein Impulssignal ausgegeben. Diese Impulssignale generieren einen in Fig. 2 dargestellten rechteckförmigen Verlauf eines Sensorausgangssignales der Sensoreinrichtung 1, anhand dessen eine Drehzahl und Drehrichtung des Geberrades 2 in einer nicht näher dargestellten elektronischen Getriebe-steuereinrichtung (EGS) berechnet wird.

Die Breite t_{pb} der Rechtecke des Verlaufes des Sensorausgangssignals der Sensoreinrichtung 1 variiert dabei in Abhängigkeit der Drehzahl des Geberrades, wobei die Breite mit steigender Drehzahl abnimmt und mit sinkender Drehzahl zunimmt.

Die Schaltpunkte der beiden Sensorsignale I, II sind jeweils durch Kreise an den Schnittpunkten zwischen den Sensorsignalen I, II und der oberen Schaltgrenze s_o sowie

den Sensorsignalen I, II und der unteren Schaltgrenze s_u gekennzeichnet. Zu diesen Zeitpunkten, zu welchen von der Sensoreinrichtung 1 jeweils ein Impulssignal generiert wird, wird ein Wert des Verlaufs des Sensorsignales aus Fig. 2 von "low" auf "high" oder von "high" auf "low" gesetzt, bis ein weiteres Impulssignal von der Sensoreinrichtung 1 generiert wird.

In Fig. 3 ist die Abhängigkeit der Amplitude der Sensorsignale I, II vom Abstand zwischen der Sensoreinrichtung 1 und dem Geberrad 2 dargestellt. Aus dem Verlauf ergibt sich, daß die Amplitude, welche eine zeitliche Änderung der Flußdichte ΔB der Sensoreinrichtung 1 ist, mit zunehmendem Luftspalt LS stetig abnimmt.

Die obere Schaltgrenze s_o und die untere Schaltgrenze s_u müssen dabei derart festgelegt sein, daß die Amplituden der Sensorsignale betragsmäßig sicher größer sind als die beiden Schaltschwellen s_o und s_u , da ansonsten in der Sensoreinrichtung keine Schaltsignale generiert werden. Sind die obere Schaltgrenze s_o und die untere Schaltgrenze s_u zu groß gewählt, kann dies in bestimmten Betriebssituationen dazu führen, daß die Sensorsignale die Schaltgrenzen s_o bzw. s_u nicht mehr überschreiten oder nicht mehr unterschreiten. Dann werden von der Sensoreinrichtung 1 keine Impulssignale mehr generiert und es ist keine Drehzahl- sowie Drehrichtungserkennung mehr möglich, obwohl sich das Geberrad 2 dreht.

Um derartige Situationen zu vermeiden, wird für eine Anordnung zwischen einem Geberrad und einer Sensoreinrichtung zunächst ein maximaler Luftspaltbereich bestimmt, der von einem minimalen Luftspalt und einem maximalen Luftspalt

begrenzt wird. Die Abweichungen zwischen dem minimalen und dem maximalen Luftspalt ergeben sich unter anderem aufgrund eines schlechten Rundlaufes des Geberrades 2, einer schlechten Lagerung des Geberrades 2 auf der Getriebeausgangswelle, durch Verschleiß bzw. Alterung sowie durch Fertigungsungenauigkeiten für jedes Getriebe individuell und sind somit vorzugsweise empirisch oder durch übliche Toleranzrechnungen zu bestimmen.

Mit Kenntnis des maximalen Luftspaltbereiches werden in Verbindung mit der bekannten Abhängigkeit der Amplitude der Sensorsignale von dem Luftspalt die Schaltschwellen s_o und s_u derart eingestellt, daß über den gesamten Betriebsbereich des Getriebes eine Drehzahl- und Drehrichtungserkennung gewährleistet ist. Die einmal festgelegten Schaltschwellen sind beispielsweise während des Betriebes über geeignete Adaptionsroutinen an sich verändernde maximale Luftspaltbereiche anpaßbar, so daß eine Drehzahl- und Drehrichtungserkennung auf Dauer sicher gewährleistet ist.

Fig. 4 zeigt den Verlauf eines der Sensorsignale über der Zeit während verschiedener Betriebszustände des Geberrades 2, wobei zu den jeweils in Fig. 4 eingekreisten Schnittpunkten zwischen dem Sensorsignal und den Schaltschwellen s_o und s_u in der Sensoreinrichtung Schaltsignale ausgelöst werden.

Während einer ersten Phase I, in der sich das Geberrad 2 in eine Richtung dreht, weist das Sensorsignal den in Fig. 2 dargestellten sinusförmigen Verlauf auf. Während einer sich daran anschließenden zweiten Phase II befindet sich das Geberrad 2 im Stillstand, und der Verlauf des Sensorsignales weist während der gesamten zweiten Phase II

konstant den Wert auf, welchen das Sensorsignal zum Anhaltezeitpunkt des Geberrades 2 hat. Dabei stellt der Anhaltezeitpunkt in Fig. 4 den Übergang zwischen der ersten Phase I und der zweiten Phase II dar.

5

Während einer dritten Phase III befindet sich das Geberrad ebenfalls im Stillstand, wobei dem Stillstand des Geberrades aufgrund von Schwingungen in einem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, in welchen das Getriebe integriert ist, Vibrationen und Drehschwingungen des Geberrades 2 überlagert sind. Das Sensorsignal weist wegen der Vibrationen und Drehschwingungen im Gegensatz zu dem Verlauf während der zweiten Phase II einen unregelmäßigen Verlauf auf, der die obere Schaltschwelle s_o teilweise überschreitet und die untere Schaltschwelle s_u teilweise unterschreitet.

15

Drehschwingungen im Stillstand des Geberrades 2 sind dadurch charakterisiert, daß sie Sensorsignale in der Sensoreinrichtung auslösen, deren Verlauf mit einer gewissen Regelmäßigkeit und einer gewissen Amplitude um eine Nullage, d.h. dem Geberradstillstand, pendelt, anhand dessen periodisch eine Drehrichtungsumkehr ermittelt wird und der eine kleinere Amplitude als bei einer Drehung des Geberrades in eine Drehrichtung aufweist.

20

25

Bei dem Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer Drehrichtung eines Bauteiles nach der Erfindung wird, wie es idealisiert in Fig. 2 dargestellt ist, dann ein Impulssignal ausgegeben, wenn jeweils ein Schaltsignal des einen Sensorsignales alternierend auf ein Schaltsignal des anderen Sensorsignales folgt.

30

Darüber hinaus wird mit dem Verfahren nach der Erfindung eine Drehrichtungsumkehr ermittelt, wenn ein Sensorsignal zwei aufeinander folgende Schaltsignale auslöst, ohne daß dazwischen ein Schaltsignal des anderen Sensorsignales ergeht. In diesem Fall wird von der Sensoreinrichtung 1 kein Impulssignal generiert. Ein derartiges Ereignis führt zusammen mit den Schaltsignalen des einen Sensorsignales zur Erkennung einer Drehrichtungsumkehr.

Nach einer detektierten Drehrichtungsumkehr wird von der Sensoreinrichtung 1 erst dann wieder ein Impulssignal ausgegeben, wenn ein Schaltsignal des einen Sensorsignales auf ein Schaltsignal des anderen Sensorsignales folgt, da erst dann auf eine dauerhaft angelegte Drehung des Geberrades in eine bestimmte Richtung erkannt wird.

Liegen besonders große Drehschwingungen vor, welche beispielsweise zur Ausgabe mehrerer alternierend aufeinander folgender Schaltsignale der beiden Sensorsignale führen, kann es in einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens nach der Erfindung vorgesehen sein, daß von der Sensoreinrichtung erst dann ein Impulssignal ausgegeben wird, wenn zwei, drei oder auch mehrere hintereinander abwechselnd aufeinander folgende Schaltsignale von den beiden Sensorsignalen ausgelöst worden sind.

Diese Vorgehensweise ist in Fig. 2 durch die beiden strichpunktiert ausgeführten Rechteckimpulse des Verlaufes des Sensorabgangssignales wiedergegeben. Die beiden strichpunktiert ausgeführten Rechtecke werden in der EGS nicht zur Drehzahl- und Drehrichtungsbestimmung herangezogen. Das zu einem Zeitpunkt T_s durch das Schaltsignal des Sensorsignales II erzeugte durchgezogen ausgeführte Rechteck wird

zur Drehzahl- und Drehrichtungsbestimmung in der EGS verwendet.

5 Wird die Generierung der Impulssignale der Sensoreinrichtung 1 nach einer erkannten Drehrichtungsumkehr gestoppt, und erfolgt die Ausgabe des Impulssignales bereits nach einem Schaltsignal des einen Sensorsignales und einem darauf folgenden Schaltsignal des zweiten Sensorsignales, werden Vibrationen des Geberrades im Bereich eines Drehwinkels des Geberrades von größer oder gleich $\pi/2$ unterdrückt, was in bezug auf das Geberrad 2 in etwa einem Viertel des Abstandes zwischen zwei Zähnen des Zahnprofiles 3 entspricht.

15 Erfolgt die Ausgabe der Impulssignale nach erkannter Drehrichtungsumkehr erst nachdem mehrere alternierend aufeinander folgende Schaltsignale der beiden Sensorsignale ausgelöst worden sind, werden Vibrationen des Geberrades im Bereich eines Drehwinkels von größer gleich n-mal $\pi/2$ unterdrückt, was in bezug auf das Geberrad in etwa n-mal ein
20 Viertel des Zahnabstandes entspricht.

Hierbei stellt die Variable n die Anzahl der alternierend aufeinanderfolgenden Schaltsignale der beiden Sensorsignale dar. Durch eine geeignete Wahl des Parameters n,
25 d. h. der Anzahl der abzuwartenden Schaltsignale, die durch die beiden Sensorsignale wechselweise aufeinander folgend erzeugt werden, kann eine sogenannte Unterdrückungshysterese der Sensoreinrichtung 1 in geeigneter Art und Weise ein-
30 gestellt werden.

Bezug nehmend auf Fig. 5 sind die Verläufe der beiden Sensorsignale I, II der Sensoreinrichtung 1 gemäß Fig. 2

über einem rechteckförmigen Verlauf des Sensorausgangssignales dargestellt, wobei eine Pulsbreite t_{pb_v} bzw. t_{pb_r} des Sensorausgangssignales gemäß Fig. 5 in Abhängigkeit der Drehrichtung des Bauteiles 2 variiert, und wobei
5 die Pulsbreite t_{pb} jeweils der Breite eines Rechteckes des rechteckförmigen Verlaufes des Sensorausgangssignales entspricht.

Ein Zeitpunkt T_w entspricht dem Zeitpunkt, zu welchem sich die Drehrichtung des Bauteiles 2 ändert, so daß der Phasenversatz zwischen den beiden Sensorsignalen I, II dahingehend geändert wird, daß das als durchgezogene Linie dargestellte erste Sensorsignal I, welches vor dem Wechsel der Drehrichtung des Bauteiles 2 jeweils ein einem von dem
15 gestrichelt dargestellten zweiten Sensorsignal II generierten Schaltsignal zeitlich vorgelagertes Schaltsignal erzeugt hat, jeweils ein dem gestrichelt dargestellten zweiten Sensorsignal II zeitlich nachgeschaltetes Schaltsignal auslöst.

Der rechteckförmige Verlauf des Sensorausgangssignales entsteht dadurch, daß jeweils bei einem Schaltsignal des gestrichelt dargestellten zweiten Sensorsignales II der Verlauf des Sensorausgangssignales von "low" nach "high" gesetzt und nach Ablauf eines vordefinierten Zeitwertes
25 t_{pb_v} wieder von "high" nach "low" zurückgesetzt wird, wobei der vordefinierte Zeitwert t_{pb_v} der Pulsbreite entspricht und vorliegend drehzahlunabhängig ausgeführt ist, jedoch in Abhängigkeit der Drehrichtung des Bauteils 2 variiert.
30

Nach dem Wechsel der Drehrichtung des Bauteiles 2, d. h. nach dem Zeitpunkt T_w , wird von der Sensoreinrich-

tung 1 in Abhängigkeit des ersten Sensorsignals I ein Schaltsignal ausgelöst, das wiederum den Verlauf des Sensorausgangssignales von "low" nach "high" setzt. Da dem Schaltsignal des ersten Sensorsignales I ein Schaltsignal des zweiten Sensorsignales II vorausging, wird eine Drehrichtungsumkehr erkannt, und nach Ablauf eines Zeitraums t_{pb_r} wird der Verlauf des Sensorausgangssignales von "high" auf "low" zurückgesetzt. Die Ausgabe des Rechteckimpulses nach dem Wechselzeitpunkt T_w erfolgt zu dem Zeitpunkt, zu dem das erste Sensorsignal I die obere Schaltschwelle s_o überschreitet. Das zweite Rechtecksignal des Verlaufs des Sensorausgangssignales wird zu dem Zeitpunkt generiert, zu dem das erste Sensorsignal I die untere Schaltschwelle s_u zum erstenmal nach dem Wechselzeitpunkt T_w unterschreitet. Zu diesem Zeitpunkt wird der Verlauf des Sensorausgangssignales von "low" auf "high" gesetzt und nach Ablauf des Zeitraumes t_{pb_r} wieder von "high" auf "low" rückgesetzt.

In Fig. 5 sind die beiden Rechteckimpulse des Verlaufs des Sensorausgangssignales, welche direkt auf den Wechselzeitpunkt T_w folgen, strichpunktiert ausgeführt. Damit soll angezeigt werden, daß die beiden Rechteckimpulse des Sensorausgangssignales von der Sensoreinrichtung 1 zwar generiert werden, jedoch in der elektronischen Getriebe-steuereinrichtung nicht zur Drehzahlbestimmung und zur Drehrichtungserkennung herangezogen werden.

An dieser Stelle greift das erfindungsgemäße Verfahren, welches softwareseitig in die elektronische Getriebe-steuereinrichtung implementiert ist. Eine Drehzahlerkennung sowie eine Bestimmung der Drehrichtung des Bauteiles 2 erfolgt erst zum Zeitpunkt T_s , zu dem das erste Sensorsignal

I die obere Schaltschwelle s_o nach dem Wechsel der Drehrichtung des Bauteiles 2 zum Zeitpunkt T_w zum zweitenmal überschreitet. Das bedeutet, daß erst der dritte Rechteckimpuls nach dem Wechselzeitpunkt T_w zur Drehzahl- und
5 Drehrichtungserkennung in der elektronischen Getriebesteuereinrichtung herangezogen wird.

Damit ist gewährleistet, daß eventuell aufgrund der vorbeschriebenen Drehschwingungen des Bauteiles bzw. des Geberrades 2 erzeugte Schaltsignale der Sensorsignale I und II nicht zu einer Drehzahl- sowie zu einer Drehrichtungserkennung in der elektronischen Getriebesteuereinrichtung führen, die bestimmte Steuerungsfunktionen für ein Getriebe auslösen, welche in einem Stillstand eines Fahrzeuges nicht
15 benötigt werden und somit die Funktionsweise des Getriebes beeinträchtigen können.

Nach dem Wechsel der Drehrichtung des Bauteiles 2 wird der Pulsbreite t_{pb} der Rechteckimpulse des Verlaufs des
20 Sensorausgangssignales der vordefinierte Wert t_{pb_r} zugewiesen, der von dem vordefinierten Wert t_{pb_v} verschieden ist und ebenfalls nicht in Abhängigkeit der Drehzahl des Geberrades 2 variiert.

25 Eine Periodendauer t_{pd} entspricht vorliegend dem Zeitraum zwischen den Schaltsignalen der Sensorsignale I und II, die jeweils einen Rechteckimpuls des Verlaufes des Sensorausgangssignales generieren. Da die Zeitpunkte der Schaltsignale der Sensorsignale I und II in Abhängigkeit
30 der Drehzahl des Bauteiles 2 variieren, variiert die Periodendauer t_{pd} auch in Abhängigkeit der Drehzahl des Bauteiles 2. Eine Pulshöhe des Verlaufs des Sensorausgangssignales entspricht vorliegend ebenfalls einem vordefinier-

ten Wert, welcher sich aus der Differenz zwischen dem Wert "high" und dem Wert "low" ergibt und bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 drehrichtungsunabhängig als konstanter Wert vorgegeben ist.

5

In Fig. 6 sind die Verläufe der Sensorsignale I und II gemäß Fig. 2 und Fig. 5 dargestellt, die jeweils in Abhängigkeit verschiedener nachfolgend beschriebener Vorgaben einen damit korrespondierenden Verlauf des Sensorausgangssignales bewirken.

15

Die Pulsbreite t_{pb} des rechteckförmig ausgeführten Verlaufs des Sensorausgangssignales gemäß Fig. 6 ist weder drehzahlabhängig noch drehrichtungsabhängig als konstanter vordefinierter Wert vorgegeben, und die Periodendauer t_{pd} variiert wie bei der Ausführung gemäß Fig. 5 in Abhängigkeit der Drehzahl des Bauteiles 2.

20

Das bedeutet, daß die Rechteckimpulse des Verlaufes des Sensorausgangssignales der Sensoreinrichtung 1 unabhängig von der Drehrichtung des Bauteiles 2 dieselbe Pulsbreite t_{pb} aufweisen. Im Gegensatz dazu variiert eine Pulshöhe der Rechteckimpulse in Abhängigkeit der Drehrichtung des Bauteiles 2 zwischen den Werten "low" und "high_r" oder "high_v".

25

30

Die beiden zeitlich auf den Wechselzeitpunkt T_w folgenden Rechteckimpulse des Sensorausgangssignales sind wie in Fig. 5 ebenfalls strichpunktiert dargestellt, da diese beiden Rechteckimpulse von der Sensoreinrichtung 1 zwar erzeugt werden, aber in der EGS weder zur Drehzahlerkennung noch zur Drehrichtungserkennung herangezogen werden. Erst der zum Zeitpunkt T_s durch das Schaltsignal des ersten

Sensorsignales I generierte Rechteckimpuls wird zur Drehzahl- und Drehrichtungserkennung in der elektronischen Getriebebesteuereinrichtung verwendet.

5 In Fig. 7 bis Fig. 9 sind jeweils die Verläufe der Sensorsignale I und II gemäß Fig. 2 gezeigt, wobei die Vorgaben für die Pulsbreite t_{pb} und die Pulshöhe der Rechteckimpulse des Verlaufes des Sensorausgangssignales unterschiedlich sind. Des weiteren variiert auch die Auswertung der Schaltsignale der Sensorsignale I und II in der elektronischen Getriebebesteuereinrichtung, so daß sich die jeweils in Fig. 7 bis Fig. 9 dargestellten rechteckförmigen Verläufe des Sensorausgangssignales einstellen.

15 Bezug nehmend auf Fig. 7 ist die Pulsbreite t_{pb} als eine Funktion der Drehzahl des Bauteiles 2. Das bedeutet, daß vor dem Wechselzeitpunkt T_w jeweils zum Zeitpunkt eines Schaltsignales des zweiten Sensorsignales II ein Rechteckimpuls generiert wird und die Pulshöhe des Sensorausgangssignales von "low" nach "high_r" gesetzt wird. Bei
20 einem Schaltsignal des ersten Sensorsignales I wird der Verlauf des Sensorausgangssignales von "high_r" nach "low" zurückgesetzt. Nach dem Wechselzeitpunkt T_w werden die Rechtecksignale des Verlaufes des Sensorsignales jeweils zu
25 den Schaltzeitpunkten des Sensorsignales I von "low" nach "high_v" und zu den Schaltzeitpunkten des Sensorsignales II von "high_v" nach "low" zurückgesetzt.

30 Da von der Sensoreinrichtung 1 nach der Drehrichtungs- umkehr des Bauteils 2 zum Wechselzeitpunkt T_w auf das Schaltsignal des Sensorsignales II kein Schaltsignal des ersten Sensorsignales I ausgelöst wird, bleibt der Verlauf des Sensorausgangssignales bis zum ersten Schaltsignal des

ersten Sensorsignales I nach dem Wechselzeitpunkt T_w auf dem Wert "high_r" der Pulshöhe und wird zum ersten Schaltsignal des Sensorsignales I nach dem Wechselzeitpunkt T_w auf den Wert "high_v" angehoben. Daran anschließend wird
5 bei dem darauffolgenden Schaltsignal des zweiten Sensorsignales II der Rechteckimpuls auf den Wert "low" der Pulshöhe des Verlaufs des Sensorausgangssignales gesetzt.

Auch hier wird erst der Rechteckimpuls zur Drehzahl- und Drehrichtungserkennung in der elektronischen Getriebe-
steuereinrichtung herangezogen, der zum Zeitpunkt T_s generiert wird.

Der in Fig. 8 dargestellte Verlauf des Sensorausgangssignales stellt sich ein, wenn die Pulsbreite t_{pb} sowie
15 die Periodendauer t_{pd} in Abhängigkeit der Drehzahl des Bauteiles 2 ausgeführt sind und die Pulshöhe in Abhängigkeit der Drehrichtung des Bauteiles 2 zwischen "low" und "high_r" sowie zwischen "low" und dem Wert "high_v" variiert.
20

Im Gegensatz zu der Variante des Verfahrens gemäß Fig. 7 wird die Pulshöhe erst zum Zeitpunkt T_s von "high_r" auf "high_v" angehoben, der wie vorbeschrieben dem Zeitpunkt
25 entspricht, zu dem das Sensorausgangssignal erstmals wieder zur Drehrichtungs- und Drehzahlerkennung in der elektronischen Getriebe-
steuereinrichtung herangezogen wird. Die Schaltsignale der Sensorsignale I und II bleiben nach dem Wechselzeitpunkt T_w bis zum Zeitpunkt T_s unberücksichtigt.
30

Der in Fig. 9 dargestellte Verlauf des Sensorausgangssignales stellt sich ein, wenn die Pulsbreite t_{pb} sowie

die Periodendauer t_{pd} drehzahlabhängig sind und die Pulshöhe zusätzlich drehrichtungsabhängig variiert. Abweichend zu der Ausführung gemäß Fig. 8 ist in der Sensoreinrichtung 1 oder alternativ dazu in der elektronischen Getriebesteuereinrichtung ein Grenzwert t_{pb_grenz} der Pulsbreite hinterlegt, nach dessen Ablauf der Rechteckimpuls von "high_r" nach "low" zurückgesetzt wird. Erst zum Zeitpunkt T_s , zu welchem ein Schaltsignal des Sensorsignales I ausgelöst wird, wird ein Rechteckimpuls mit der Pulshöhe "high_v" generiert, der zur Drehrichtungs- und Drehzahlerkennung in der elektronischen Getriebesteuereinrichtung herangezogen wird.

Die Unterdrückung der Verwendung der Schaltsignale der beiden Sensorsignale I und II nach erkannter Drehrichtungs-umkehr kann sowohl in die Sensoreinrichtung 1 als Hardware- oder Softwarelösung als auch in die elektronische Getriebe- steuereinrichtung als softwareseitige Ausführung implementiert sein.

Bei einer sensoreinrichtungsseitigen Implementierung der Auswerteunterdrückung wird von der Sensoreinrichtung nach erkannter Änderung der Drehrichtung solange kein Impulssignal ausgelöst, bis ein vorgegebener Wert der Variable n erreicht ist bzw. eine Anzahl der Schaltsignale der beiden Sensorsignale I und II nach dem Wechselzeitpunkt T_w ausgelöst wurde.

Ist die softwareseitige Lösung der Auswerteunterdrückung in die elektronische Getriebesteuereinrichtung integriert und werden nach jeweils einem Schaltsignal des ersten Sensorsignales I und des zweiten Sensorsignales II Impulssignale von der Sensoreinrichtung ausgelöst, werden ent-

5 sprechende Rechteckimpulse des Sensorausgangssignales generiert. Die Rechteckimpulse werden in der elektronischen Getriebesteuereinrichtung jedoch erst wieder nach der Generierung eines n-ten Rechteckimpulses zur Drehzahl- und Drehrichtungserkennung herangezogen.

10 In einer Weiterführung des Gegenstandes der Erfindung ist es vorgesehen, daß anhand eines sogenannten Tastverhältnisses, welches einem Quotienten aus der Periodendauer t_{pd} und der Pulsbreite t_{pb} entspricht, eine Plausibilitätsprüfung des Sensorausgangssignales bzw. der daraus ermittelten Drehrichtung des Bauteiles 2 durchgeführt wird. Dabei wird bei einem Tastverhältnis, welches größer als 0,5 ist, auf eine Drehrichtung "vorwärts" erkannt. Wird ein
15 Tastverhältnis ermittelt, das kleiner als 0,5 ist, wird als Drehrichtung des Bauteils "rückwärts" bestimmt.

20 Damit besteht die Möglichkeit, in Verbindung mit einer drehrichtungsabhängig ausgeführten Pulshöhe des Verlaufs des Sensorausgangssignales eine Prüfung durchzuführen, ob das Tastverhältnis mit der jeweilig eingestellten Pulshöhe des Verlaufs des Sensoreingangssignales übereinstimmt. Bei Abweichungen können gegebenenfalls definierte Fehlerrou-
25 ten gestartet werden und/oder ein Fehlersignal an einen Fahrer in beliebiger Art und Weise ausgegeben werden.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders für Sensor-Prinzipien geeignet, die zur Drehzahl- und Drehrichtungserkennung eingesetzt werden und deren Signalamplituden eine Abhängigkeit von dem Abstand bzw. Luftspalt zwischen dem Geberrad und der Sensoreinrichtung aufweisen. Darunter fallen beispielsweise die vorbeschriebenen Meßsysteme auf

Basis des Hall-Prinzips oder auch sogenannte magnetoresistive Meßsysteme.

5 Durch die vorbeschriebene erfindungsgemäße Auswertung
zweier Sensorsignale einer an sich bekannten Sensoreinrich-
tung, welche zur Drehzahl- und Drehrichtungserkennung ein-
gesetzt wird, wird eine maximale Vibrationsunempfindlich-
keit bei gleichzeitig maximal möglichem Arbeitsluftspalt
10 erreicht. Darüber hinaus sind einmalige oder auch permanen-
te Luftspaltsprünge über den gesamten Arbeitsluftspalt bzw.
den maximalen Luftspalt in beliebiger Kombination zulässig,
wodurch erfindungsgemäße Sensoreinrichtungen auch in Systeme
einsetzbar sind, die bis dato mit herkömmlichen Sensor-
einrichtungen nicht sensierbar bzw. überwachbar sind. Der-
15 artige Systeme sind beispielsweise Dieselmotoren mit
schlechten Rundlaufeigenschaften, die sehr hohe Vibrationen
verursachen.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren zum Bestimmen einer
Drehzahl und einer Drehrichtung eines Bauteiles stellt in
Kombination mit einer bekannten Sensoreinrichtung ein ro-
bustes System zur Erfassung von Drehzahlen und Drehrichtun-
gen von drehbaren Bauteilen zur Verfügung und ermöglicht
den Einsatz kompakter Sensoreinrichtungen, an die hohe An-
25 forderungen bezüglich der Vibrationsunempfindlichkeit ge-
stellt werden und die gleichzeitig einen weiten nutzbaren
dynamischen sowie statischen Arbeitsluftspaltbereich auf-
weisen.

30 Durch die vorbeschriebene erfindungsgemäße Vorgehens-
weise zur Bestimmung einer Drehzahl sowie einer Drehrich-
tung eines Bauteiles sind vorzugsweise geringere Ferti-
gungsanforderungen an ein Geberrad und dessen Umgebung ge-

stellt, so daß sogenannte Selektionsaufwendungen bei der Auswahl der Geberräder sowie der Sensoreinrichtungen reduziert oder vermieden werden können, wodurch geringere Fertigungskosten entstehen.

5

Eine über die Sensoreinrichtung 1 ermittelte Drehzahl des Bauteiles bzw. des Geberrades 2, welche letztendlich einer Drehzahl einer Getriebeausgangswelle entspricht, kann in einem Antriebsstrang eines Fahrzeugs in Verbindung mit einer Motordrehzahl zur Ansteuerung von Schaltelementen des Getriebes verwendet werden.

15

Durch die nunmehr nahezu fehlerfreie Auswertung des Betriebszustandes des Geberrades wird eine Fehlansteuerung der Schaltelemente aufgrund von falschen Drehzahlinformationen vermieden, da beispielsweise bei einem Stillstand der Getriebeausgangswelle eine andere Schließ- bzw. Schaltstrategie zur Ansteuerung der Schaltelemente herangezogen wird als bei geringen oder auch hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten, wie beispielsweise bei einem Fahrzeugrollen bei 150 km/h.

20

25

Darüber hinaus sind weitere Steuerungsfunktionen für einen Antriebsstrang eines Fahrzeuges, wie beispielsweise für ein Turbinenrad eines hydrodynamischen Drehmomentwandlers oder auch für eine Standabkopplungsfunktion, in Abhängigkeit des über das Verfahren nach der Erfindung ermittelten Betriebszustandes des Geberrades der Getriebeausgangswelle exakter bzw. fehlerfrei ansteuerbar, da ein Fahrzeugstillstand eindeutig detektierbar ist.

Bezugszeichen

	1	Sensoreinrichtung
	2	Bauteil
5	3	Zahnprofil
	ΔB	Flußdichteänderung
	LS	Luftspalt
	low	Pulshöhe
	high	Pulshöhe
10	high_v	drehrichtungsabhängige Pulshöhe
	high_r	drehrichtungsabhängige Pulshöhe
	s_o	obere Schaltgrenze
	s_u	untere Schaltgrenze
	t	Zeit
15	t_pb	Pulsbreite
	t_pd	Periodendauer
	t_pb_v	drehzahlabhängige oder drehrichtungsabhängige Pulsbreite
	t_pb_r	drehzahlabhängige oder drehrichtungsabhängige Pulsbreite
20	t_pb_grenz	Grenzwert der Pulsbreite
	T_w	Zeitpunkt
	T_s	Zeitpunkt
	I, II	Sensorsignal

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer
5 Drehrichtung eines Bauteiles (2), insbesondere einer Ge-
triebeausgangswelle, mit einer Sensoreinrichtung (1), in
der in Abhängigkeit einer Drehzahl und einer Drehrichtung
des Bauteiles (2) ein erstes Sensorsignal (I) und ein zwei-
tes Sensorsignal (II) generiert wird, die zueinander pha-
senversetzt sind und die jeweils bei Erreichen einer oberen
Schaltschwelle (s_o) oder einer unteren Schaltschwelle
(s_u) in der Sensoreinrichtung (1) ein Schaltsignal auslö-
sen, wobei von der Sensoreinrichtung (1) bei alternierend
aufeinander folgenden Schaltsignalen der beiden Sensorsig-
15 nale (I, II) jeweils ein Impulssignal ausgelöst wird, in
dessen Abhängigkeit ein Verlauf eines Sensorausgangssigna-
les generiert wird, der zur Bestimmung einer Drehzahl des
Bauteiles (2) verwendet wird, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß ein Impulssignal der Sensorein-
20 richtung (1) bei einer Drehrichtungsumkehr des Bauteiles
(2) erst nach Erkennen einer Drehbewegung des Bauteiles (2)
generiert wird, wobei eine Drehbewegung des Bauteiles (2)
dann sensiert wird, wenn abwechselnd ein Schaltsignal des
einen Sensorsignales (I) und ein darauf folgendes Schalt-
25 signal des anderen Sensorsignales (II) vorliegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß eine Drehrichtungsumkehr des Bau-
teiles (2) durch zwei aufeinander folgende Schaltsignale
30 eines der Sensorsignale (I oder II) ohne ein zeitlich da-
zwischen erfolgendes Schaltsignal des jeweils anderen Sen-
sorsignales (II oder I) charakterisiert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Sensorsignale (I, II)
kontinuierliche, wenigstens annähernd sinusförmig ausgebil-
dete Verläufe darstellen.

5

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß eine Amplitude der Sensorsignale
(I, II) in Abhängigkeit eines Abstandes (LS) zwischen der
Sensoreinrichtung (1) und eines von der Sensoreinrichtung
(1) sensierten Bereiches des Bauteiles (2) variiert.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Impulssignale ei-
nen rechteckigen Verlauf des Sensorausgangssignales der
Sensoreinrichtung (1) generieren, wobei eine Breite der
Rechtecke einer Pulsbreite (t_{pb}), ein Abstand zwischen
zwei jeweils ein Rechtecksignal generierenden Schaltsigna-
len eines Sensorsignales (I, II) einer Periodendauer (t_{pd})
und eine Höhe der Rechtecke einer Pulshöhe entspricht.

20

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der Pulsbreite (t_{pb}) ein vordefi-
nierter Wert zugeordnet wird.

25

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der Pulsbreite (t_{pb}) jeweils ein
einer der beiden Drehrichtungen des Bauteiles (2) zugeord-
neter vordefinierter Wert (t_{pb_v} , t_{pb_r}) zugewiesen wird.

30

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Pulsbreite (t_{pb}) in Abhän-
gigkeit der Drehzahl des Bauteiles (2) variiert.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Periodendauer (t_{pd}) in Abhängigkeit einer Drehzahl des Bauteiles (2) variiert.

5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulshöhe jeweils ein einer der beiden Drehrichtungen des Bauteiles zugeordneter vordefinierter Wert (low , $high_v$, $high_r$) zugewiesen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulshöhe ein vordefinierter drehzahl- und drehrichtungsunabhängiger Wert (low , $high$) zugewiesen wird.

15

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die obere Schaltschwelle (s_o) und/oder die untere Schaltschwelle (s_u), vorzugsweise in Abhängigkeit des Abstandes (LS) zwischen der Sensoreinrichtung (1) und des sensierten Bereiches (3) des Bauteiles (2), während des Betriebes der Sensoreinrichtung (1) variierbar sind.

20

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die obere Schaltschwelle (s_o) und die untere Schaltschwelle (s_u) wenigstens annähernd symmetrisch um einen Nulldurchgang der Sensorsignale der Sensoreinrichtung angeordnet sind.

25

30

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Phasenversatz der Sensorsignale der Sensoreinrichtung (1) während

einer Drehung des Bauteiles (2) wenigstens annähernd $\pi/2$
beträgt.

Zusammenfassung

Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer
Drehrichtung eines Bauteiles

Es wird ein Verfahren zum Bestimmen einer Drehzahl und einer Drehrichtung eines Bauteiles (2), insbesondere einer Getriebeausgangswelle, mit einer Sensoreinrichtung (1) beschrieben. In der Sensoreinrichtung (1) wird in Abhängigkeit einer Drehzahl und einer Drehrichtung des Bauteils (2) ein erstes Sensorsignal und ein zweites Sensorsignal generiert, die zueinander phasenversetzt sind und die jeweils bei Erreichen einer oberen Schaltschwelle oder einer unteren Schaltschwelle in der Sensoreinrichtung (1) ein Schaltsignal auslösen. Bei alternierend aufeinander folgenden Schaltsignalen der beiden Sensorsignale wird von der Sensoreinrichtung (1) ein Impulssignal ausgelöst, in dessen Abhängigkeit ein Verlauf eines Sensorsignales generiert wird, der zur Bestimmung einer Drehzahl des Bauteiles (2) verwendet wird. Ein Impulssignal der Sensoreinrichtung (1) wird bei einer Drehrichtungsumkehr des Bauteiles (2) erst nach Sensieren einer Drehbewegung des Bauteiles (2) generiert, wobei eine Drehbewegung des Bauteiles (2) dann sensiert wird, wenn abwechselnd ein Schaltsignal des einen Sensorsignales und ein darauf folgendes Schaltsignal des anderen Sensorsignales vorliegt.

Fig. 1

1 / 9

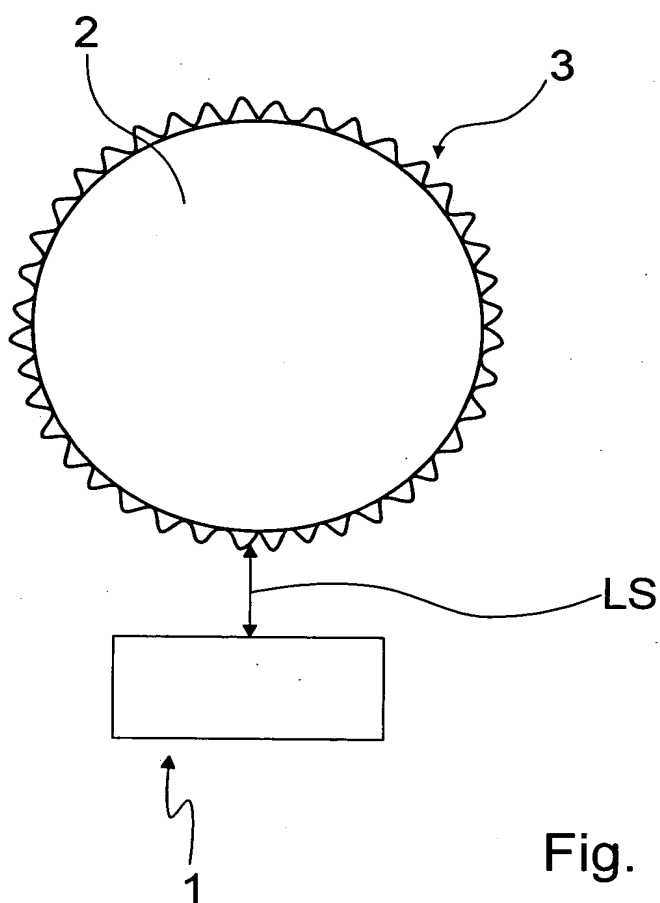
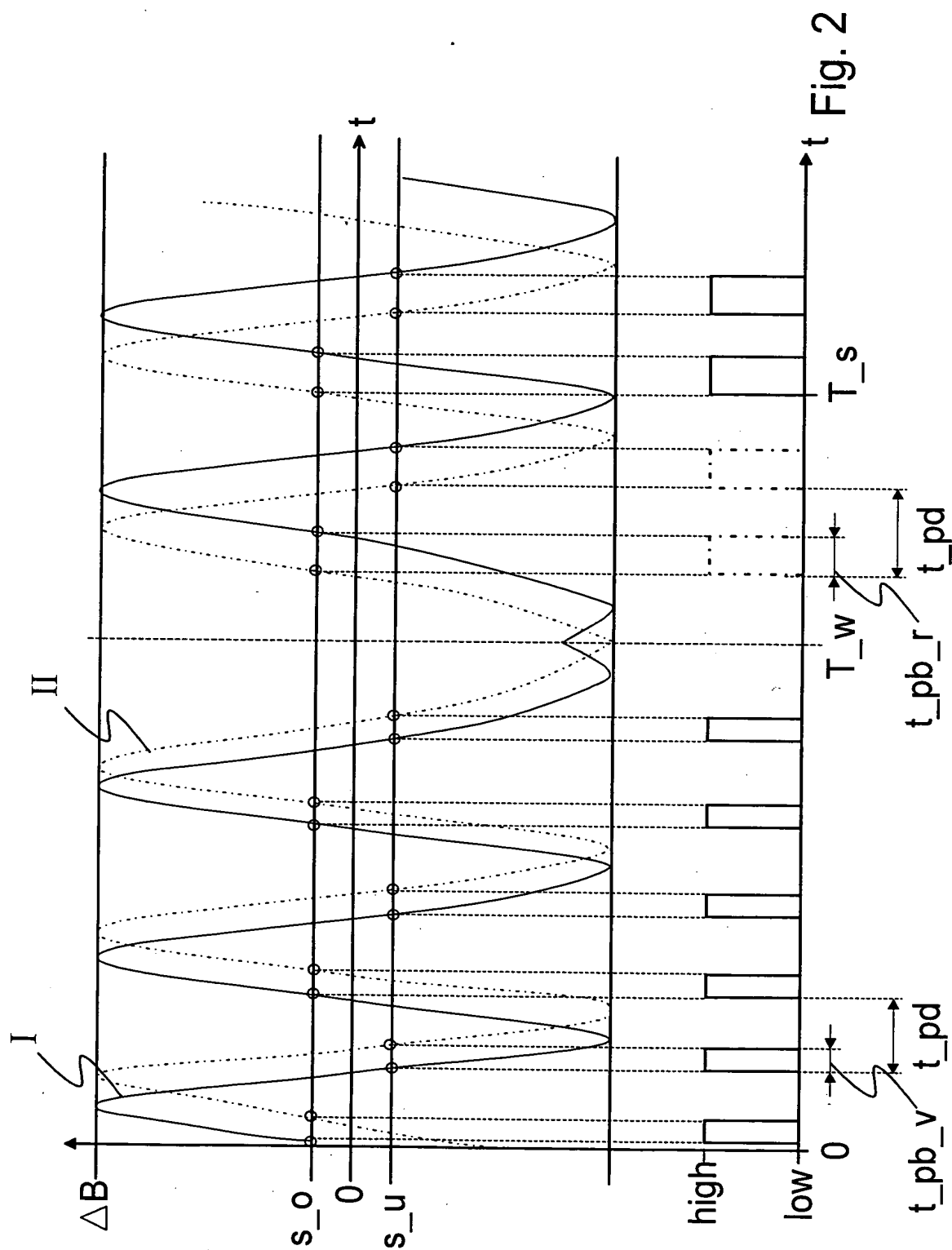


Fig. 1

2 / 9



3 / 9

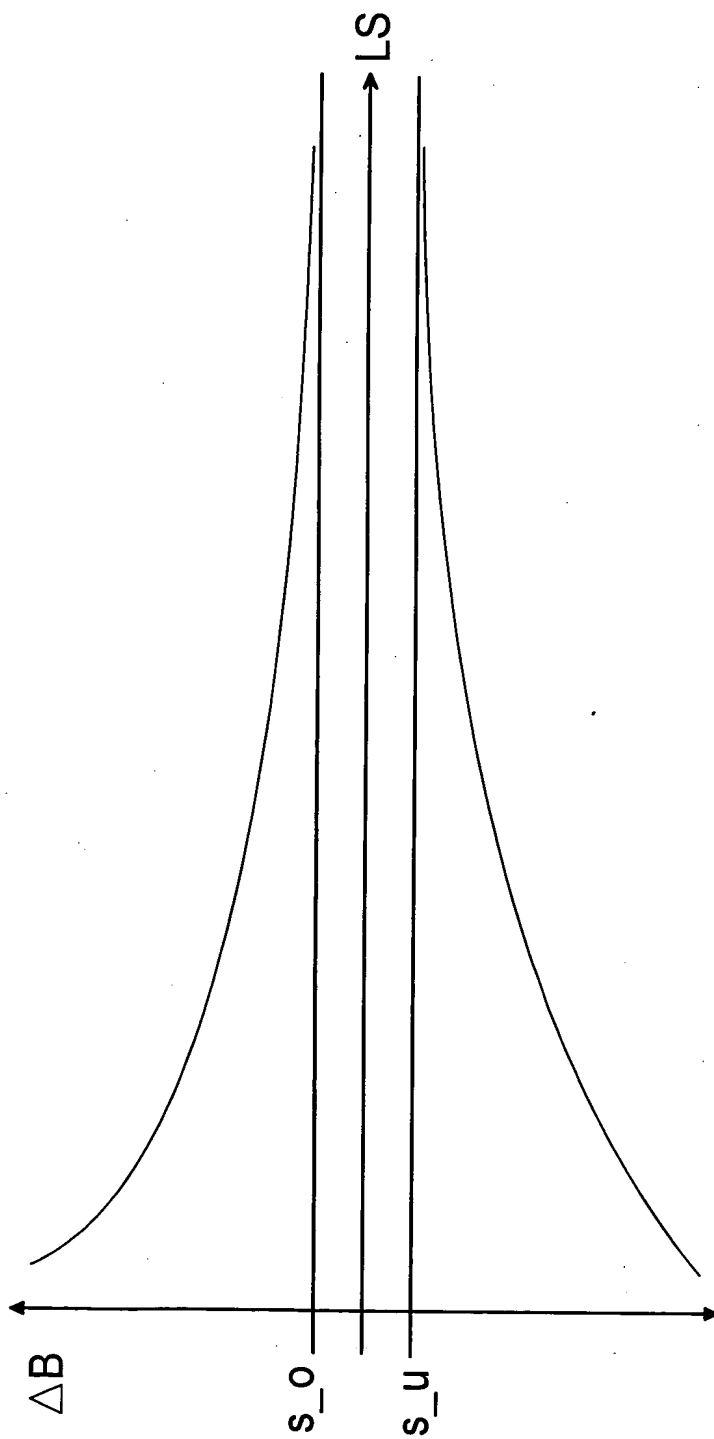


Fig. 3

4 / 9

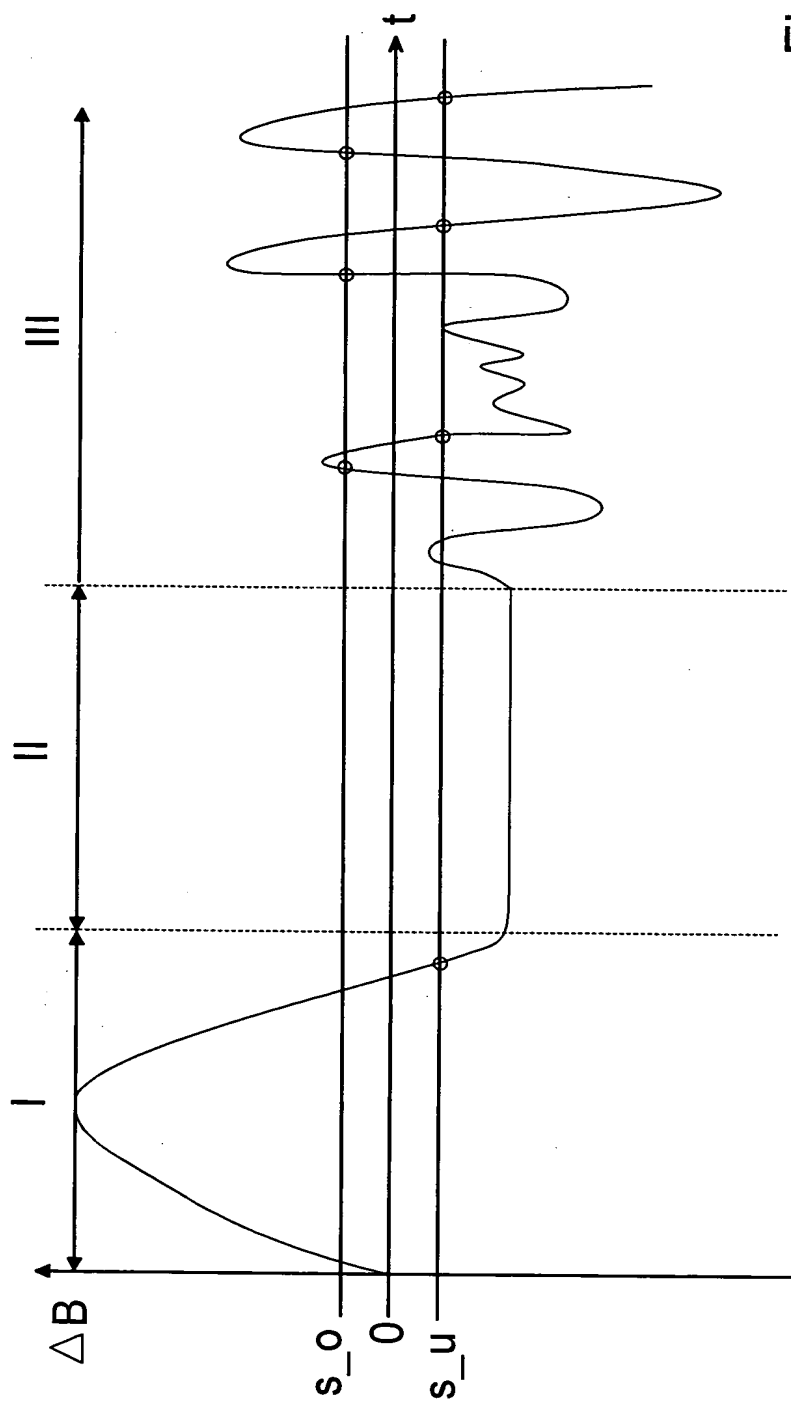


Fig. 4

5 / 9

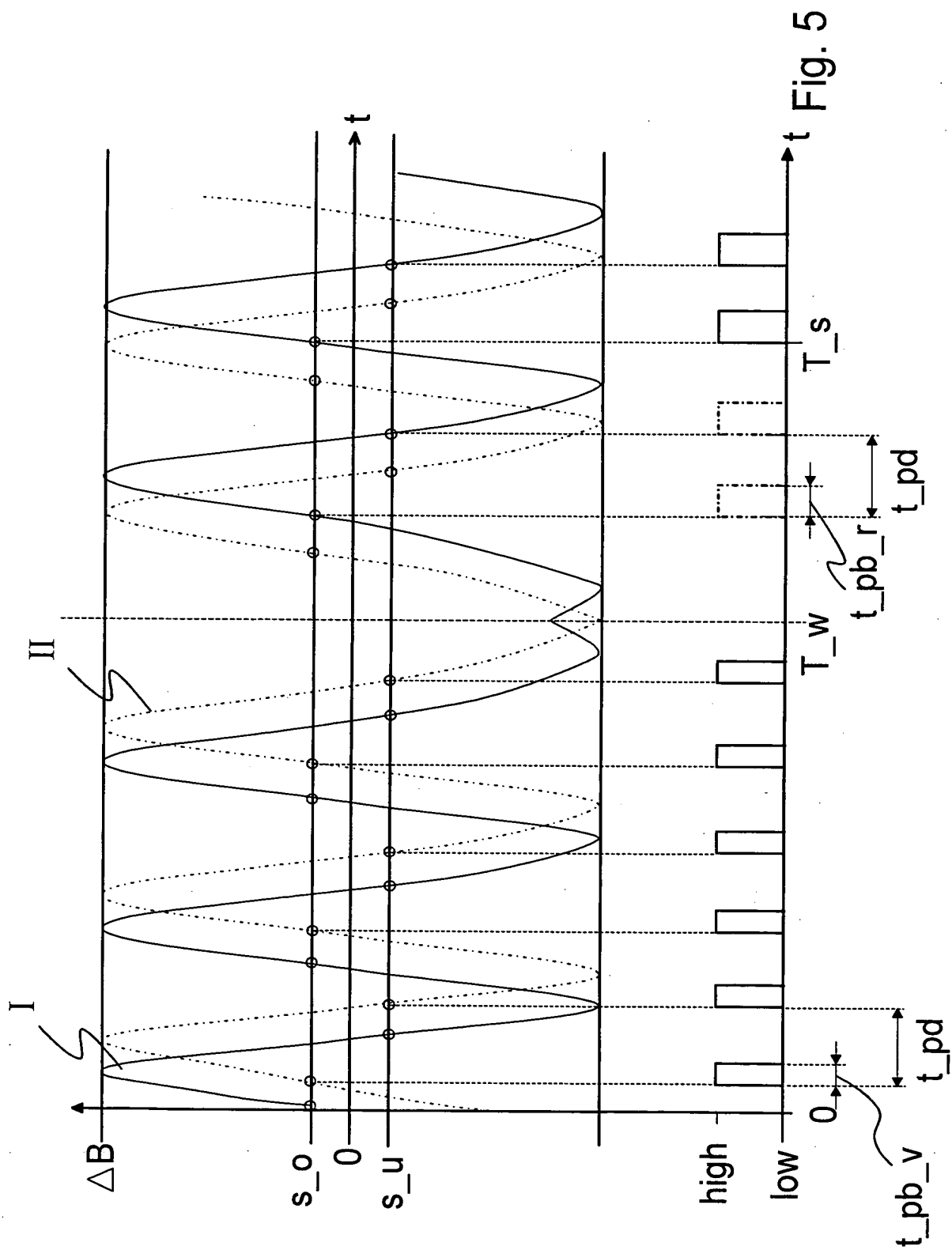


Fig. 5

6 / 9

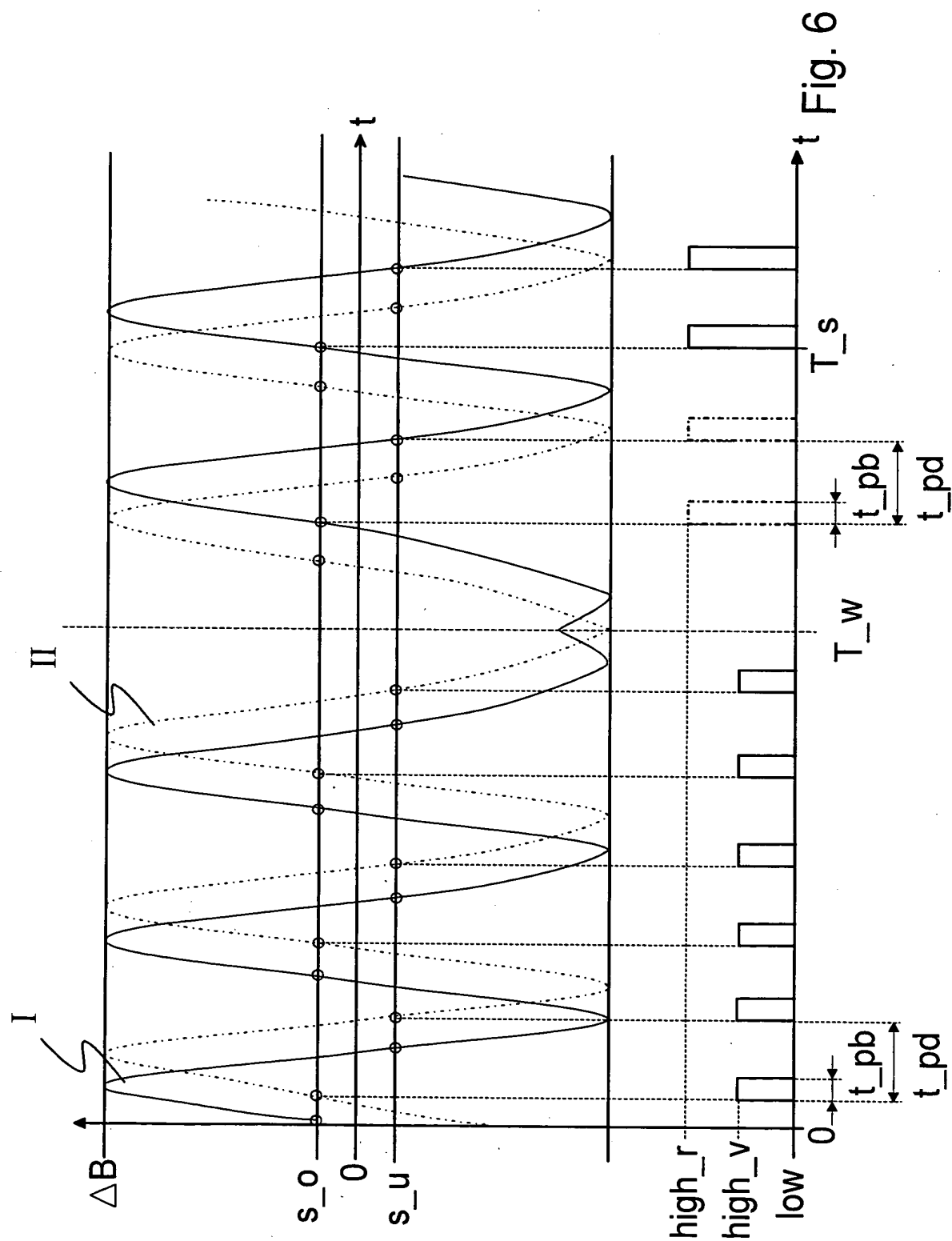


Fig. 6

7 / 9

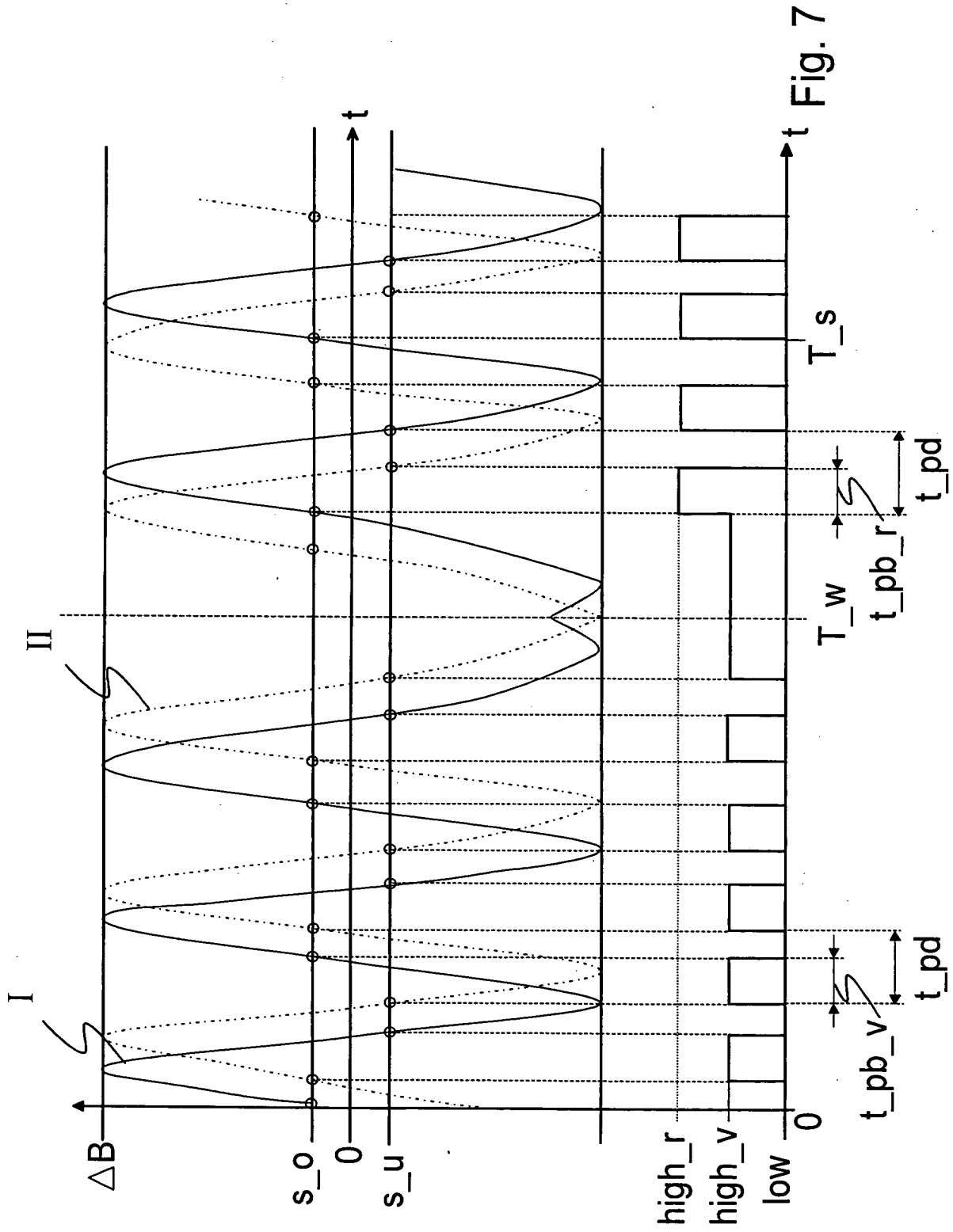
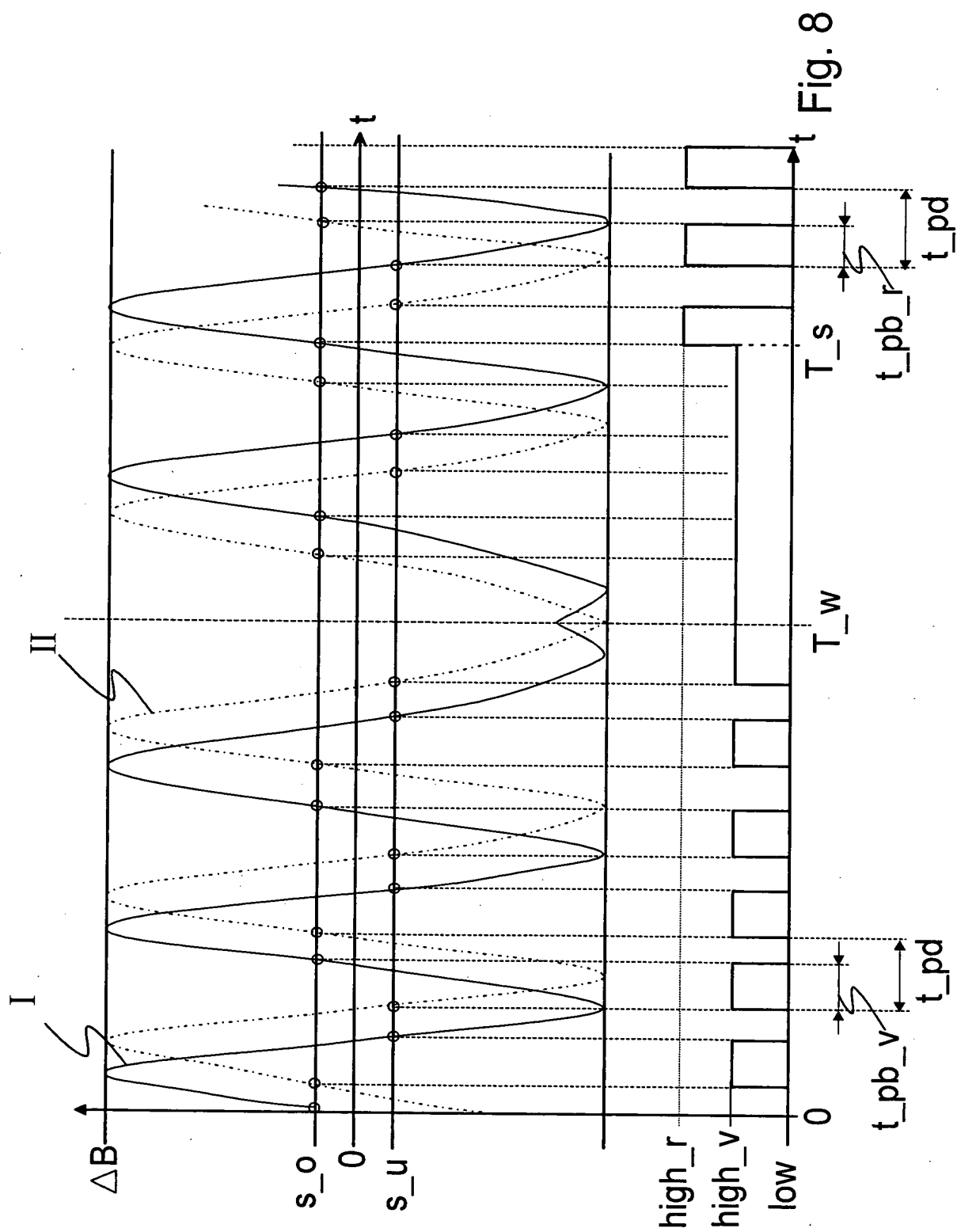


Fig. 7

8 / 9



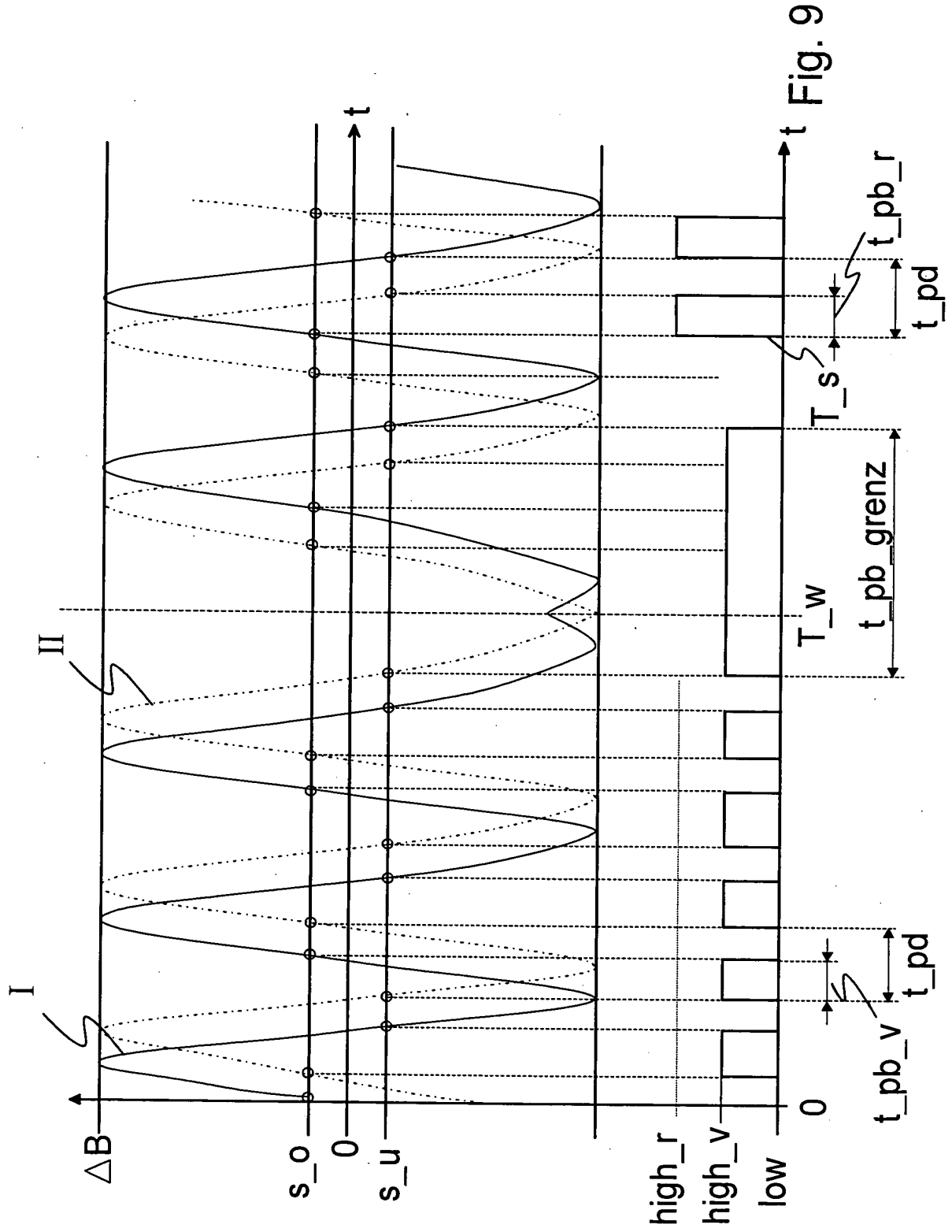


Fig. 9